Apto

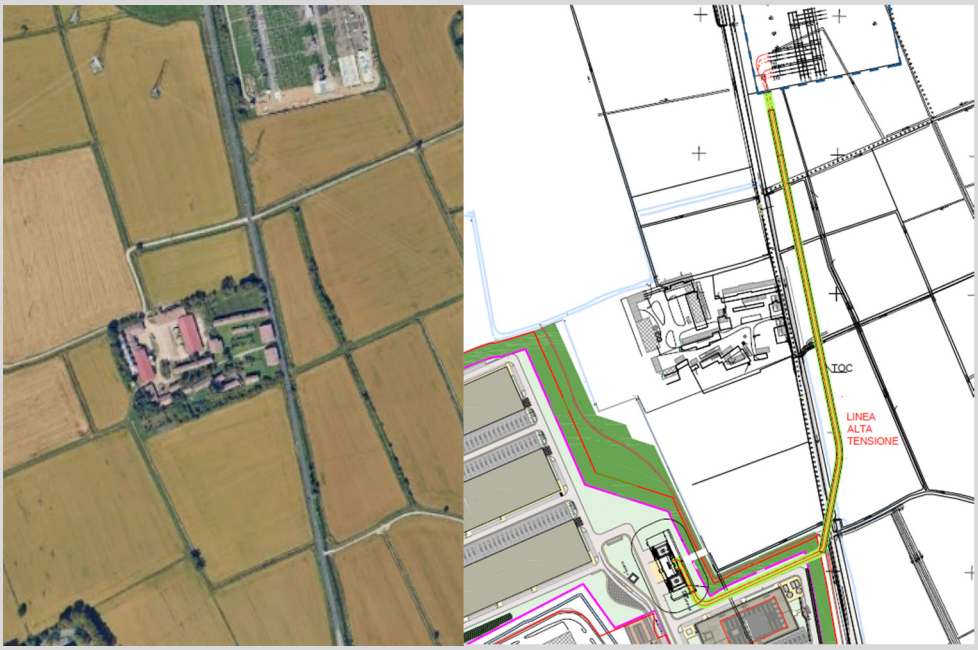
Comune
di **LACCHIARELLA**

Città metropolitana
di **MILANO**

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN DATACENTER IN COMUNE DI LACCHIARELLA

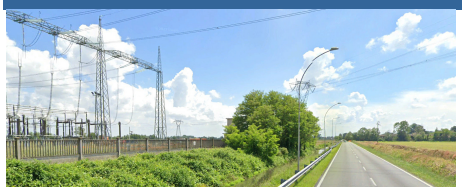
INSTALLAZIONE DI GRUPPI ELETTROGENI DI EMERGENZA DI POTENZA COMPLESSIVA SUPERIORE A 150 MWt

Istanza Valutazione di Impatto Ambientale



CONNESSIONE DEL DATACENTER ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE

Radiazioni non ionizzanti



Ottobre 2024

DBA PRO. SpA
Piazza Roma, 19
32045 S.Stefano di C. (BL)

RAMS&E Srl
Via Livorno, 60 – 10144 Torino

Firmato digitalmente da
MAURO MONTRUCCHIO
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Asti
e-mail = mauro.montrucchio@ramse.it

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN DATACENTER IN COMUNE DI LACCHIARELLA

INSTALLAZIONE DI GRUPPI ELETTROGENI DI EMERGENZA DI POTENZA COMPLESSIVA SUPERIORE A 150 MWt

Istanza Valutazione di Impatto Ambientale

CONNESSIONE DEL DATACENTER ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE

RADIAZIONI NON IONIZZANTI

INDICE

1 PREMESSA 3

2 RICHIAMI NORMATIVI IN MATERIA DI TUTELA DELLA SALUTE IN RELAZIONE ALL'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI 4
2.1 DEFINIZIONE DELL'ESPOSIZIONE 5
2.2 ESPOSIZIONE PER MOTIVI PROFESSIONALI – DIRETTIVA 2013/35/UE 7
2.3 ESPOSTI NON PER MOTIVI PROFESSIONALI – POPOLAZIONE – RACCOMANDAZIONE 1999/519/CE 7
2.4 ESPOSTI NON PER MOTIVI PROFESSIONALI – DPCM 08/07/2003 8

3 INTERVENTI IN PROGETTO 10
3.1 COLLEGAMENTO ELETTRICO AT 10
3.2 SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT 13

4 LIVELLI DI INDUZIONE MAGNETICA E CAMPO ELETTRICO GENERATI DALLE OPERE IN PROGETTO 14
4.1 IPOTESI GENERALI DI CALCOLO E MODELLI 14
4.2 COLLEGAMENTO ELETTRICO IN CAVO INTERRATO AT A SERVIZIO DEL DATACENTER 16
4.3 SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT 22
4.4 VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI INDUZIONE MAGNETICA PREVISTI IN RELAZIONE AI LIMITI STABILITI DALLA NORMATIVA A TUTELA DELLA SALUTE PUBBLICA 25

5 DEFINIZIONE DEI POSSIBILI INTERVENTI DI MITIGAZIONE 25

1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di verificare, per l'opera in progetto, il rispetto dei limiti di legge relativi la protezione delle persone (popolazione e lavoratori) dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz). Le valutazioni e i calcoli sono condotti basandosi sul quadro legislativo e normativo vigente e di cui vengono richiamati nel seguito i principali riferimenti. La valutazione riguarderà il campo elettrico e di induzione magnetica generati dai principali componenti elettrici (Linee in cavo, barrature, trasformatori ecc..) di prevista installazione nella nuova sottostazione AT/MT presso il Datacenter "Milan Schumacher" di prevista realizzazione nel comune di Lacchiarella in provincia di Milano.

2 RICHIAMI NORMATIVI IN MATERIA DI TUTELA DELLA SALUTE IN RELAZIONE ALL'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Lo scopo della valutazione oggetto della presente relazione è di verificare il rispetto delle specifiche contenute nel quadro normativo di riferimento rappresentato da

- ***Legge n° 36 del 22/2/2001***, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" (Legge che rimanda l'applicazione ai decreti applicativi: DPCM 8 luglio 2003);
- ***DPCM 8 luglio 2003***, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obbiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da elettrodotti;
- **DM 29 Maggio 2008**, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea 1999/519/CE, 12 luglio 2009, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz;
- **D.Lgs n. 159 del 01 agosto 2016,** "Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE.";
- **D.Lgs n. 81 del 9 aprile 2008,** "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", nello specifico: Titolo VIII Capo IV;
- **Guida CEI 211-4 (2008)**, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche";
- **Guida CEI 211-6 (2001),** "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana";
- **Guida CEI 106-11: (2006),** "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo";
- **Guida CEI 106-12 (2006),** "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT";
- **CEI 14-35 (2008),** in merito alla valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza aventi una gamma di potenza compresa fra 5 kVA e 1000 kVA;
- **Norma CEI EN 61000-4,** Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4

In particolare, i **valori limite massimi** in materia di esposizione a campi magnetici prodotti da sorgenti elettriche di bassa frequenza previsti dalla normativa citata sono fissati a:

- **100 µT** esposizione **istantanea**, valore imposto dal DM del 29 Maggio 2008;
- **3,78 µT** per locali con presenza di **apparecchiature elettroniche sensibili**, valore indicato dalla norma tecnica CEI EN 61000-4;
- Obiettivo di qualità di **3 µT** negli ambienti ad esposizione prolungata di persone (superiore alle quattro ore giornaliere).

2.1 DEFINIZIONE DELL'ESPOSIZIONE

Il quadro legislativo nazionale introduce a partire dal 1988 il tema dell'impatto dei campi elettromagnetici generati da infrastrutture elettriche e la necessità di valutarne l'entità e definire dei criteri protezionistici per quanto riguarda l'esposizione umana. In particolare, dopo un periodo caratterizzato da molteplici leggi regionali anche tra loro disomogenee, il legislatore italiano ha deciso di razionalizzare ed unificare l'approccio al tema con la ***Legge n° 36 del 22/2/2001*** ed il relativo ***DPCM 8 luglio 2003***.

Lo spirito del legislatore italiano è stato spinto dalla volontà di adottare un criterio di prudenza nel valutare l'esposizione umana distinguendo l'esposizione professionale da quella della popolazione. Per i primi il quadro legislativo è mutuato dalle linee guida internazionali (es. ICNIRP International Commission on Non Ionizing Radiation Protection) recepite a loro volta da raccomandazioni e direttive europee, che basano i limiti dei campi elettromagnetici su quelli che vengono considerati effetti acuti a breve termine sulla salute. Per la popolazione il legislatore ha invece voluto adottare un criterio di prudenza al fine di proteggere le persone dai cosiddetti "effetti a lungo termine" generati da una esposizione prolungata a campi elettromagnetici anche di debole intensità.

Sulla base di questi principi, il provvedimento indica più livelli di riferimento per l'esposizione:

- limiti di esposizione che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione per la tutela della salute dagli effetti acuti;
- valori di attenzione che non devono essere superati negli ambienti adibiti a permanenze prolungate per la protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivi di qualità da conseguire nel breve, medio e lungo periodo per la minimizzazione delle esposizioni, con riferimento a possibili effetti a lungo termine.

Per quanto riguarda la protezione dei lavoratori, a livello nazionale il Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 al Titolo VIII, Capo IV, determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz). Le disposizioni riguardano la protezione dai rischi per

la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, nonché da correnti di contatto. Il Decreto non disciplina la protezione da eventuali effetti a lungo termine e non riguarda i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.

Per l'elaborazione di questa valutazione del rischio si è altresì tenuto conto delle indicazioni operative del Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome raccolte nel documento "Decreto Legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro - Indicazioni operative" Rev.3 del 13 Febbraio 2014.

Il quadro normativo alla data di estensione della presente relazione tecnica risulta estremamente complesso ed articolato, nei capitoli seguenti è illustrato nel dettaglio. Si ritiene tuttavia preminente la distinzione operativa alla base della presente valutazione tra:

- **soggetti "esposti per motivi professionali"**: esposizioni quelle strettamente correlate e necessarie alle finalità del processo produttivo;
- **soggetti "esposti NON per motivi professionali"**: esposizioni non correlate con la specifica attività dei lavoratori, riconducibili a sorgenti proprie dell'unità produttiva o esterne ad essa.

Secondo la definizione dell'art.2, comma 1, lettera f), della legge 36/2001, la legge quadro sulla protezione dai campi elettromagnetici, l'esposizione dei lavoratori è "*ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*".

La dizione usata "soggetti" è tesa a includere i lavoratori propriamente detti (che possono essere esposti professionalmente o non professionalmente) e chiunque a diverso titolo sia presente in Azienda (es. clienti, fornitori, appaltatori, ecc.). In quest'ultima categoria i soggetti sono classificati come non professionalmente esposti.

Una menzione speciale riguarda l'esposizione di eventuali **soggetti portatori di dispositivi medici impiantati** (pacemaker e altri), per la quale la più autorevole fonte di riferimento è rappresentata dall'elenco dei Valori Limite di Soglia pubblicati dall'ACGIH.

In sintesi l'esposizione ai campi elettromagnetici può essere distinta in:

a. esposizione relative ai soggetti "esposti per motivi professionali":
    - normativa italiana - D.Lgs.81/08 come modificato dal D.Lgs.159/2016;
    - normativa europea – Direttiva 2013/35/UE;
b. esposizione relative ai soggetti "esposti NON per motivi professionali" assimilata alla "popolazione":
    - normativa europea – Raccomandazione 1999/519/CE;
    - normativa italiana – DPCM 8/7/2003

c. esposizione relative ai soggetti particolarmente sensibili (es. portatori di dispositivi impiantati):
    - buona prassi internazionale – ACGIH 2014;
    - buona prassi italiana - Linee Guida AIRM 2012

2.2 ESPOSIZIONE PER MOTIVI PROFESSIONALI – DIRETTIVA 2013/35/UE

Sulla Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea del 29 giugno 2013 è stata pubblicata la "Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE". Il D.Lgs.159/2016 recepisce la direttiva e aggiorna il D.Lgs.81/08.

2.3 ESPOSTI NON PER MOTIVI PROFESSIONALI – POPOLAZIONE – RACCOMANDAZIONE 1999/519/CE

Ai sensi dell'art.209 c.3 D.Lgs.81/08 si ricorda che:
"*La valutazione, la misurazione e il calcolo […] non devono necessariamente essere effettuati in luoghi di lavoro accessibili al pubblico, purché si sia già proceduto ad una valutazione conformemente alle disposizioni relative alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz e risultino rispettate per i lavoratori le restrizioni previste dalla raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio, del 12 luglio 1999, e siano esclusi rischi relativi alla sicurezza.*"
Oltre al pubblico, tutte le esposizioni indebite, anche professionali sono da intendersi assimilate alla popolazione, dal punto di vista dei livelli di riferimento.
Le esposizioni indebite a sorgenti non correlate con la specifica attività dei lavoratori che non ricadono sotto la gestione del datore di lavoro devono essere contenute, a carico dei gestori, entro i limiti vigenti per la tutela della popolazione.
Il datore di lavoro deve ad ogni modo valutare il rischio ed eventualmente verificare il rispetto della normativa vigente da parte dell'esercente della sorgente (esterna) anche avvalendosi dell'organo di controllo.
Ai sensi della raccomandazione 1999/519/CE, i limiti di riferimento per la popolazione sono riportati nella tabella seguente:

Livelli di riferimento per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0 Hz-300 GHz, valori efficaci (rms) non perturbati)

Intervallo di frequenza	Intensità di campo E (V/m)	Intensità di campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densità di potenza ad onda piana equivalente S_{eq} (W/m²)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	—
1-8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8-25 Hz	10 000	4 000/f	5 000/f	—
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	—
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0,92/f	—
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2 000 MHz	$1,375\ f^{1/2}$	$0,0037\ f^{1/2}$	$0,0046\ f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Tab.1 - Livelli di riferimento per la popolazione - raccomandazione 1999/519/CE

2.4 ESPOSTI NON PER MOTIVI PROFESSIONALI – DPCM 08/07/2003

A livello nazionale, per due famiglie di esposizioni specifiche (elettrodotti e impianti per telecomunicazioni), esistono normative dedicate che esplicitano limiti applicabili anche in contesti lavorativi.

Per le esposizioni di tipo non professionali, la verifica di conformità al disposto legislativo nazionale per gli **elettrodotti** (DPCM 8/7/2003 GU 200 - valore di attenzione e obiettivo di qualità) è pertinente per i soli “elettrodotti” e pertanto applicabile, ove non possano essere escluse a priori permanenze superiori a quattro ore giornaliere, a:

- elettrodotti propriamente detti che manifestino effetti in aree di pertinenza dell’Azienda;
- cabine elettriche e quadri.

Le seguenti definizioni sono riportate nella Legge Quadro 36/2001:

- **limiti di esposizione** (art.3. c.1 lettera b): valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori per assicurare la tutela della salute ai sensi e nel rispetto dell’articolo 32 della Costituzione;
- **valore di attenzione** (art.3 c.1 lettera c): è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere,

superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate […] Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;

- **obiettivi di qualità** (art.3 c.1 lettera d): […] i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato […] ai fini della progressiva miticizzazione dell'esposizione ai campi medesimi;

I livelli di riferimento sono i seguenti:

sorgente "elettrodotto" art. 3 c.1 lettera e) L.36/2001	**Limiti esposizione**		**Valori di attenzione**	**Obiettivi di qualità**
"*insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione*"	B	E	B (mediana 24h) in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4h	
	100 [μT]	5000 [V/m]	10 [μT]	3 [μT]

Tab.2 – DPCM 8/7/2003 GU 200 – Livelli di riferimento per gli elettrodotti

In presenza di ambienti particolarmente sensibili, potrebbe essere esplicitamente richiesto dalla committenza una ulteriore riduzione del valore limite imposto dall'obiettivo di qualità per scopi cautelativi.

Lo studio inizia da una descrizione generale del problema in cui vengono citate le principali sorgenti di campi elettrici e magnetici presenti ed i relativi modelli con cui vengono simulati.

Lo studio prosegue con la modellizzazione dei dispositivi elettrici mediante software MAGIC® per la valutazione dell'induzione magnetica generata dagli stessi corredata da commenti conclusivi sui valori di campo magnetico dedotti dalle simulazioni.

3 INTERVENTI IN PROGETTO

Le opere di connessione del Datacenter alla rete elettrica nazionale si articolano in un elettrodotto AT e in una sottostazione di trasformazione AT/MT, come di seguito descritti.

3.1 COLLEGAMENTO ELETTRICO AT

Si prevede la realizzazione di due elettrodotti indipendenti tra loro con tracciato parallelo, tra la stazione Terna di Lacchiarella e la sottostazione di trasformazione AT/MT che sarà localizzata presso il Datacenter.

Per la connessione della Stazione utente alla Rete di Trasmissione Nazionale ("RTN") la società ha presentato richiesta di connessione al gestore della rete di trasmissione nazionale (TERNA) e ha ottenuto da questi la soluzione di connessione (STMG) per tali impianti. La soluzione prevede che l'impianto "sia collegato in doppia antenna sulle due baie di futura realizzazione a cura di Terna rete Italia" in adiacenza alla stazione esistente.

L'elettrodotto, come visto costituito da due terne indipendenti, prevede un primo tratto che a partire dalle sopra richiamate baie presso la stazione Terna, si dirige verso sud, con un tracciato parallelo alla Strada Provinciale SP105, a circa 30 m ad est dal ciglio della stessa. La realizzazione di detto tratto è prevista con trivellazione orizzontale controllata TOC, che scende rapidamente a profondità tale da non determinare, con ampio margine, alcun condizionamento alle possibili pratiche colturali e da ottenere valori di induzione magnetica inferiori agli obiettivi di qualità, già sull'asse delle linee (si veda in proposito il successivo paragrafo 4.2.3.).

Nella parte terminale del tratto sopra descritto, è prevista la realizzazione delle buche giunti, ove avviene la connessione dei cavi elettrici (si veda successivo paragrafo 4.2.2). Il tracciato piega quindi verso ovest per sottopassare la strada ed i relativi fossi con una sezione realizzata sempre mediante trivellazione orizzontale controllata TOC, per poi proseguire fino alla futura sottostazione di trasformazione AT/MT localizzata presso il Datacenter con sezione in trincea (si veda successivo paragrafo 4.2.1).

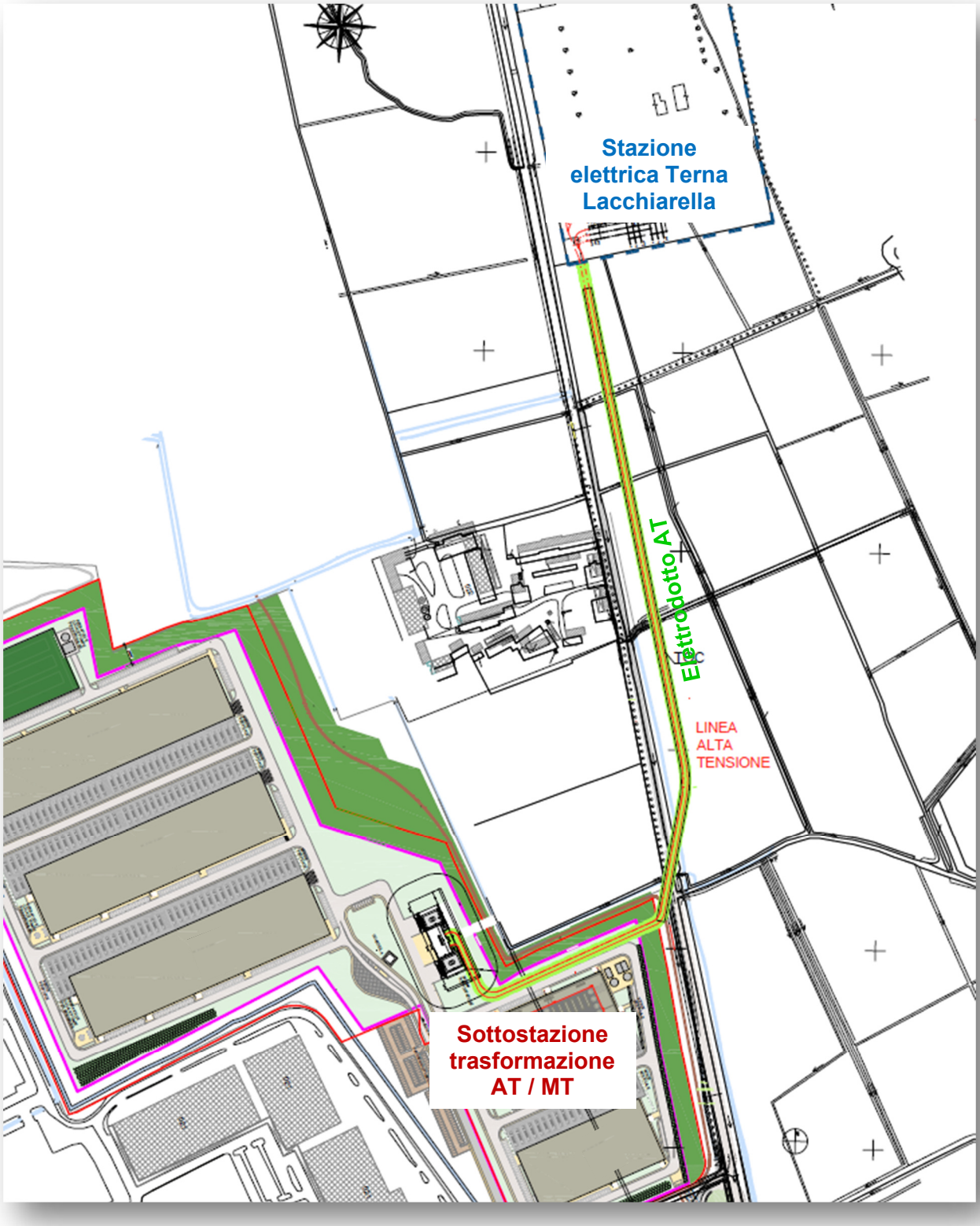


Fig. 1a. Tracciato del collegamento elettrico

Fig. 1b. Tracciato del collegamento elettrico

3.2 SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT

Presso il Datacenter verrà realizzata la sottostazione nella quale saranno alloggiati i trasformatori elettrici per la conversione dell'energia elettrica dalla tensione AT 380 kV ai valori di media tensione con la quale verrà alimentato il Datacenter stesso.

La sottostazione comprende locale di connessioni (GIS), i trasformatori AT/MT e i locali quadri MT. Anche in questo caso tutti gli apparati sono duplicati in modo da risultare gli uni in backup degli altri.

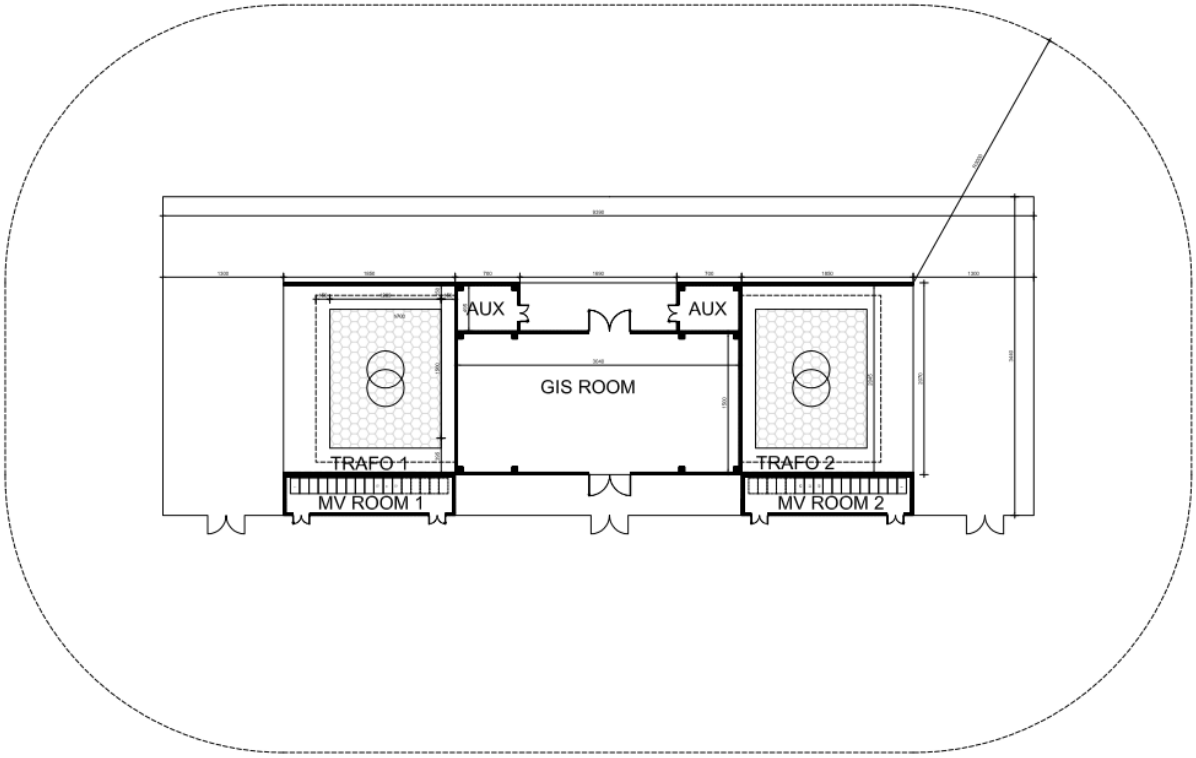


Fig. 2. Sottostazione di trasformazione AT/MT

4 LIVELLI DI INDUZIONE MAGNETICA E CAMPO ELETTRICO GENERATI DALLE OPERE IN PROGETTO

4.1 IPOTESI GENERALI DI CALCOLO E MODELLI

Ai fini della determinazione dei livelli di campo elettrico ed induzione magnetica occorre siano noti tutti i dati nominali delle apparecchiature e della loro localizzazione. La condizione di funzionamento utilizzata nella modellazione è quella, cautelativa, in cui i componenti trasferiscono la loro potenza nominale. Le sorgenti di campo insistenti nell'area d'analizzare sono di vario tipo e possono essere così riassunti:

1) Linee AT di connessione tra la stazione terna e la stazione di trasformazione AT/MT all'interno del Datacenter
2) Aree di giunzione linee AT
3) Stazione Linea/e AT di arrivo stazione AT/MT
    a. Connessioni AT interne alla stazione (GIS)
    b. Trasformatori AT/MT
    c. Conduttori MT di connessione tra trasformatori e quadri MT

I dati necessari al fine di considerare le sorgenti sopra indicate risultano essere:

1) geometria delle sorgenti AT (coordinate dei punti dei diversi segmenti con cui possono essere approssimati i conduttori delle sorgenti): tali dati sono stati ricavati dai file di disegno forniti dal Committente o ipotizzate sulla base di situazioni impiantistiche analoghe
2) geometria delle sorgenti MT (coordinate dei punti dei diversi segmenti con cui possono essere approssimati i conduttori delle sorgenti): tali dati sono stati ricavati dai file di disegno forniti dal Committente o ipotizzate sulla base di situazioni impiantistiche analoghe;
3) Correnti nominali delle sorgenti AT ed MT in funzione della potenza installata e del layout dell'impianto

Le valutazioni condotte hanno riguardato solo gli impianti della sottostazione utente e delle linee MT uscenti dalla stazione AT/MT e distribuite all'interno del complesso e non sono state analizzate le seguenti parti di impianto:

- distribuzione dell'energia all'interno del Datacenter (es. linee e cabine MT/BT);
- Stazione AT di competenza Terna

Non sono state considerate interazioni o sovrapposizione degli effetti con altre infrastrutture elettriche quali linee aeree o in cavo presenti nell'area del Datacenter in quanto non dichiarate.

4.1.1 CAMPO ELETTRICO

La valutazione del campo elettrico viene condotta quando si è in presenza di sorgenti elettriche che utilizzano l'aria come isolante. Tale situazione di verifica principalmente per linee in alta tensione che prevedono conduttori nudi ancorati mediante catene di isolatori a tralicci metallici. Nel caso in esame, ove siamo in presenza di un sistema in AT di tipo GIS o cavi interrati il campo elettrico risulta confinato all'interno del contenimento metallico del GIS e pertanto risulta completamente schermato mentre per quanto riguarda la distribuzione in MT i cavi risultano essere schermati e, inoltre, essendo anche istallati nel terreno, quest'ultimo funge ulteriormente da schermatura per il campo elettrico.
Quindi per l'impianto in esame possiamo affermate che **i campi elettrici generati sono trascurabili**.

4.1.2 CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA

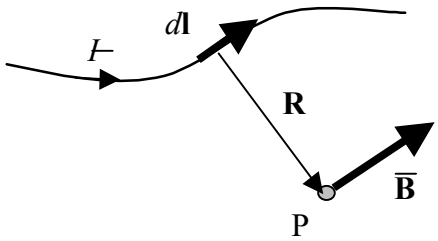
Al contrario del campo elettrico il campo magnetico deve essere valutato. Il modello che simula il comportamento magnetico dell'impianto finalizzato alla valutazione dell'impatto magnetico si basa sulle seguenti ipotesi:

- tridimensionalità delle sorgenti: in particolare del profilo dei conduttori elettrici presenti all'interno della stazione. Il calcolo del campo viene effettuato mediante integrazione numerica della legge di Biot e Savart.
- sovrapposizione delle sorgenti: considerati funzionanti nelle normali condizioni di esercizio (correnti nominali);
- non vengono considerate nelle aree di valutazione dell'induzione magnetica l'effetto distorcente prodotto da grossi corpi ferromagnetici
- non sono state considerate nelle analisi i contributi di sorgenti che risultano ampiamente schermate dalle schermature di fatto come gli avvolgimenti dei trasformatori isolati in olio in quanto trascurabili rispetto alle altre sorgenti, considerando anche la distanza di tali sorgenti dell'area di interesse.
- Il terreno può essere considerato trascurabile a causa della sua non interagenza con i campi magnetici a 50 Hz.

In conclusione il contributo ai livelli di induzione dei diversi componenti viene ricondotto al calcolo tridimensionale di tratti di conduttore o di solenoidi che seguono i diversi profili delle diverse connessioni all'interro della cabina.
La procedura di calcolo si basa sull'integrazione della legge di Biot-Savart, che consente di determinare il valore del campo e dell'induzione magnetica in ogni punto dello spazio a partire

dalla conoscenza della geometria delle linee elettriche e delle sorgenti di campo (intensità e fase delle correnti elettriche). In particolare, un conduttore percorso da una corrente pari ad *i* produce nello spazio circostante considerato omogeneo (aria) un'induzione magnetica **B** dato dall'integrale:

$$\overline{\mathbf{B}} = \mu_0 \int \frac{\bar{I} d\mathbf{l} \times \mathbf{R}}{4\pi R^3}$$



in cui:

- d**l** è un vettore di lunghezza infinitesima, tangente al conduttore ed orientato nel verso della corrente;
- **R** è un vettore distanza tra il punto sul conduttore ed il punto P in cui si vuole determinare il campo;
- μ_0 è la permeabilità assoluta (assunta per l'aria) pari a $4\pi 10^{-7}$;

L'integrazione riportata nella formula viene effettuata per via numerica sommando vettorialmente i contributi che si ottengono suddividendo il conduttore in numero finito di elementi discreti: ogni conduttore è descritto geometricamente mediante l'equazione della curva che lo rappresenta. L'integrale viene effettuato per ogni conduttore del sistema ed i contributi vengono sommati. Il metodo risulta quindi del tutto generale sia per il numero sia per la tipologia dei conduttori. È opportuno ricordare che, trattando correnti sinusoidali ed adottando il Metodo Simbolico, il campo risultante è un vettore le cui componenti spaziali hanno una intensità definita mediante un numero complesso. Le considerazioni teoriche descritte sono implementate nel software di calcolo tridimensionale MAGIC 1.3 che è stato utilizzato per lo studio in esame.

4.2 COLLEGAMENTO ELETTRICO IN CAVO INTERRATO AT A SERVIZIO DEL DATACENTER

4.2.1 TRATTI DEL COLLEGAMENTO ELETTRICO INTERRATO IN TRINCEA

In figura 3 è rappresentato lo schema di posa delle due terne. Considerato che le due terne sono una di riserva all'altra la valutazione dei livelli di induzione è effettuata considerando alimentata una sola delle due terne. L'interasse tra i conduttori è pari a 0.25 m mentre la

distanza tra il baricentro dei conduttori ed il piano di campagna è pari a 1.6m. La corrente utilizzata per la valutazione dei livelli di induzione magnetica è calcolata sulla base della potenza di progetto dell'impianto (300 MVA) e del livello di tensione 380 kV immaginando un fattore di potenza unitario:

I_AT: Sn/(1.73*V_AT) = 300MVA / (1.73*380 kV) = 456 A;

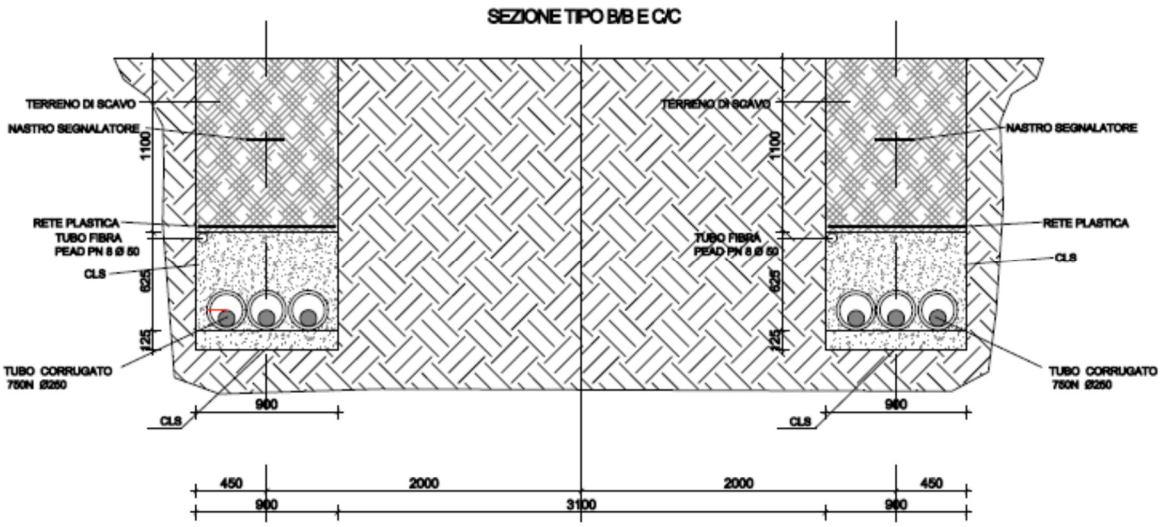


Fig. 3. Posa cavi linea AT – sezione in trincea

I livelli di induzione magnetica alla quota del piano di campagna e ad una quota di 1 m (quota significativa dal punto di vista dell'esposizione umana) sono riportati in Fig. 4.

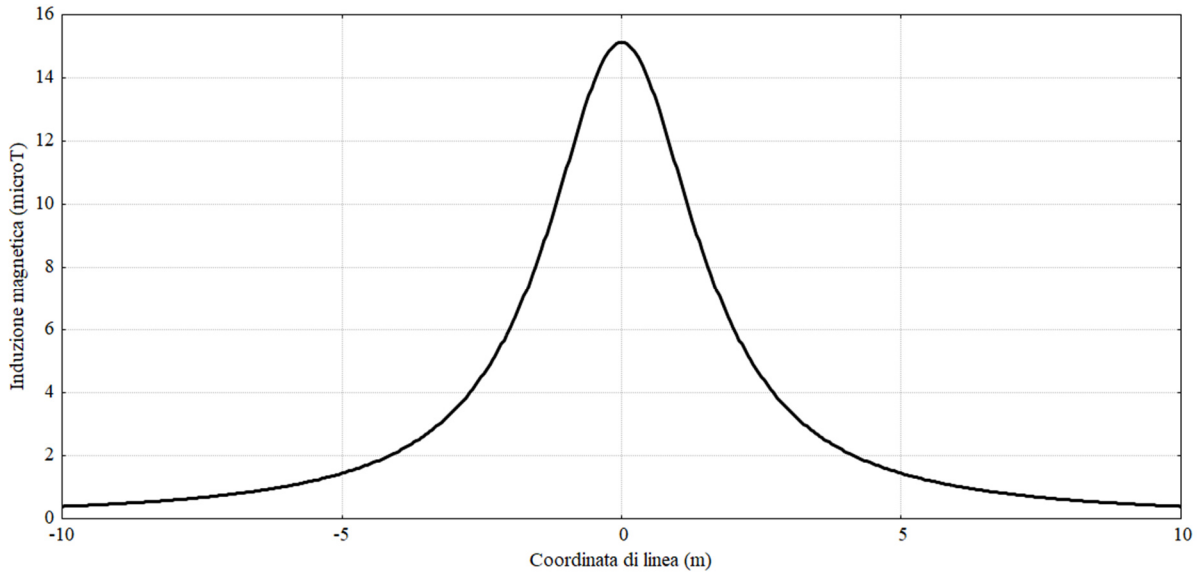


Fig. 4a. Livelli di induzione magnetica valutati alla quota del piano campagna

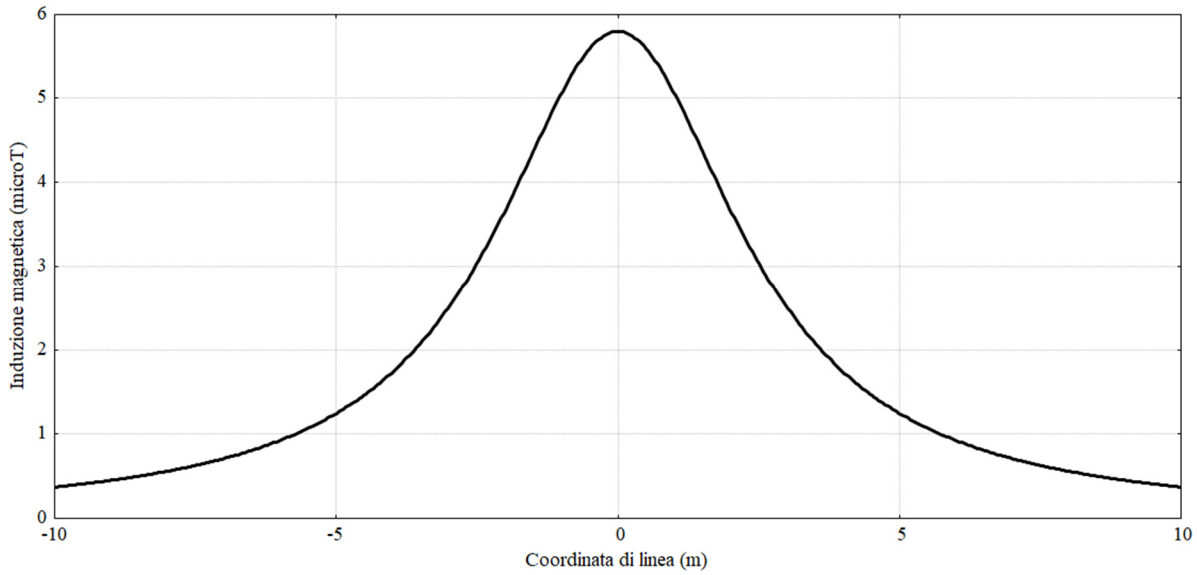


Fig. 4a Livelli di induzione magnetica valutati a 1 m dal piano di campagna

La fascia di rispetto è ±3.2 m sul piano di campagna e di ±2.6 m alla quota di 1m, entrambe rispetto all'asse della linea.

4.2.2 BUCA GIUNTI

In figura 5 è rappresentato lo schema di posa della cosiddetta "buca giunti", ovvero quella porzione di linea, per una lunghezza di circa 15 m, in cui i cavi AT vengono giuntati. Il giunto richiedendo un certo spazio per essere eseguito necessita un allargamento delle fasi e pertanto un innalzamento dei livelli di induzione magnetica.

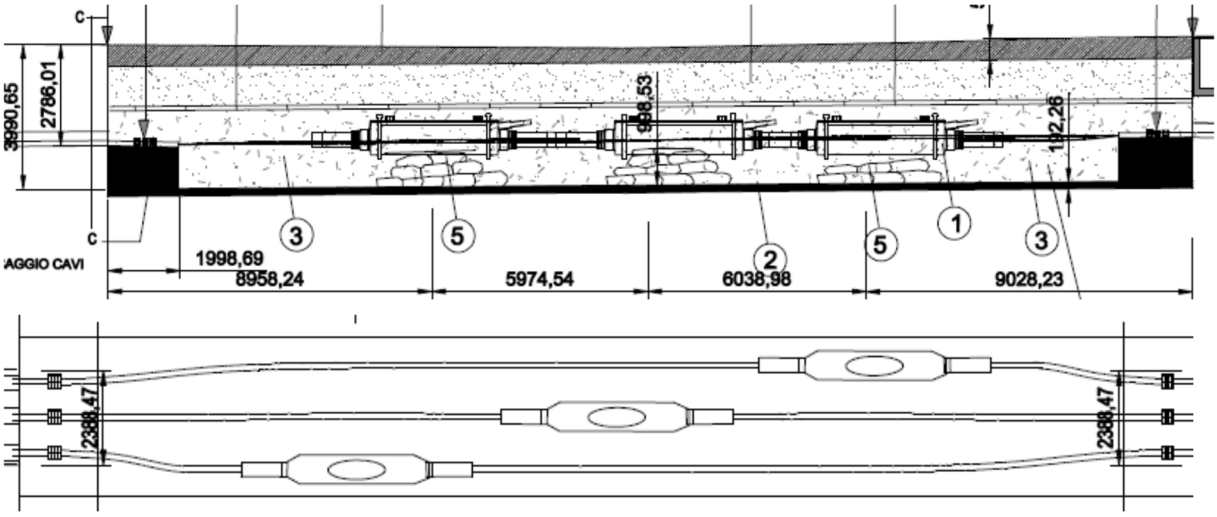


Fig. 5. Posa cavi AT: buca giunti

I livelli di induzione magnetica alla quota del piano di campagna e ad una quota di 1m (quota significativa dal punto di vista dell'esposizione umana) sono riportati in Fig. 6.

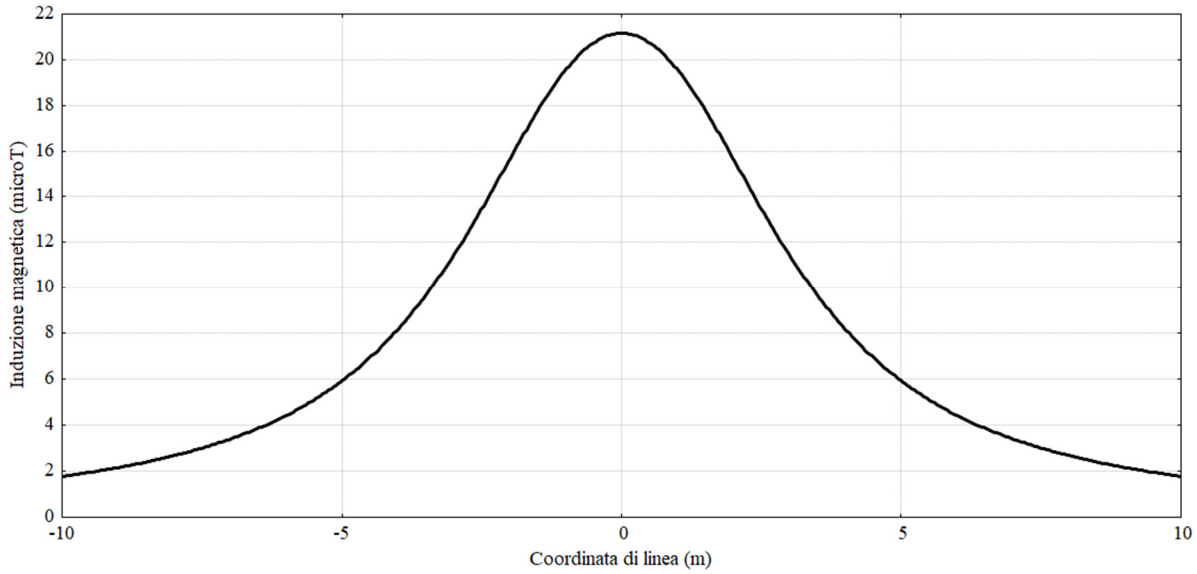


Fig. 6a. Livelli di induzione magnetica valutati alla quota del piano campagna

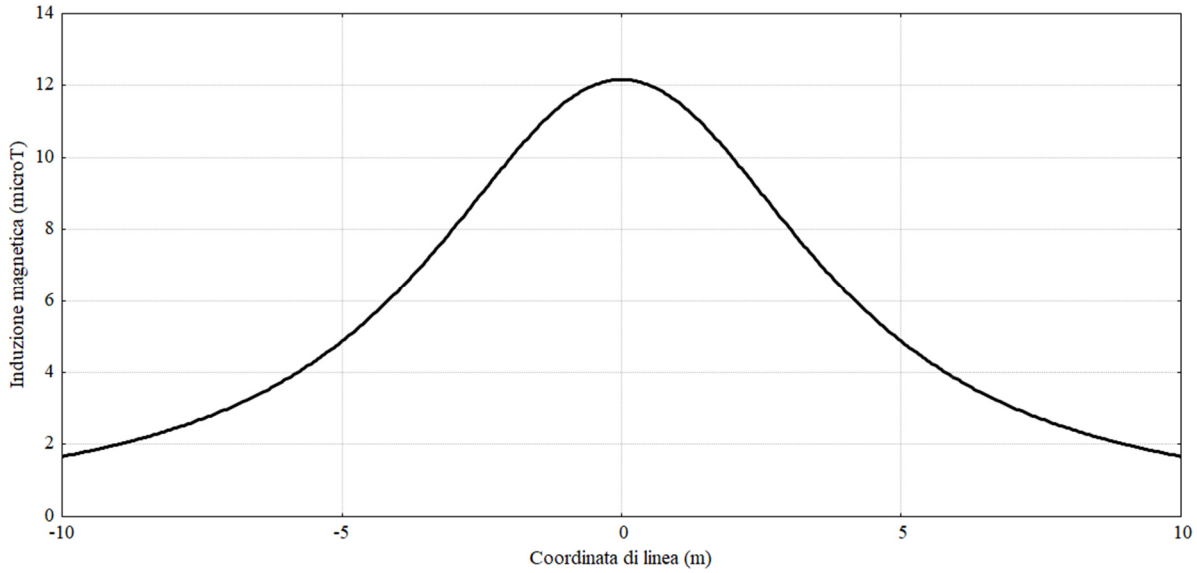


Fig. 6b. Livelli di induzione magnetica valutati alla quota 1 m dal piano campagna

La fascia di rispetto è ±7.5 m sul piano di campagna e di ±7.0 m alla quota di 1m entrambe rispetto all'asse della linea.

4.2.3 CONNESSIONE TOC

Lungo il percorso dei cavi AT di connessione tra la stazione Terna e la stazione di trasformazione AT/MT del Datacenter sono previsti collegamenti in trivellazione orizzontale controllata TOC. Facendo riferimento allo schema di posa riportato in figura 7, i conduttori vengono a trovarsi in una configurazione a trifoglio con interasse peri a 0.2 m. Vengono analizzate due configurazioni rispettivamente a 1.5 e 4 metri di profondità di interramento.

I livelli di induzione magnetica alla quota del piano di campagna e ad una quota di 1m (quota significativa dal punto di vista dell'esposizione umana) sono riportati in Fig. 8.

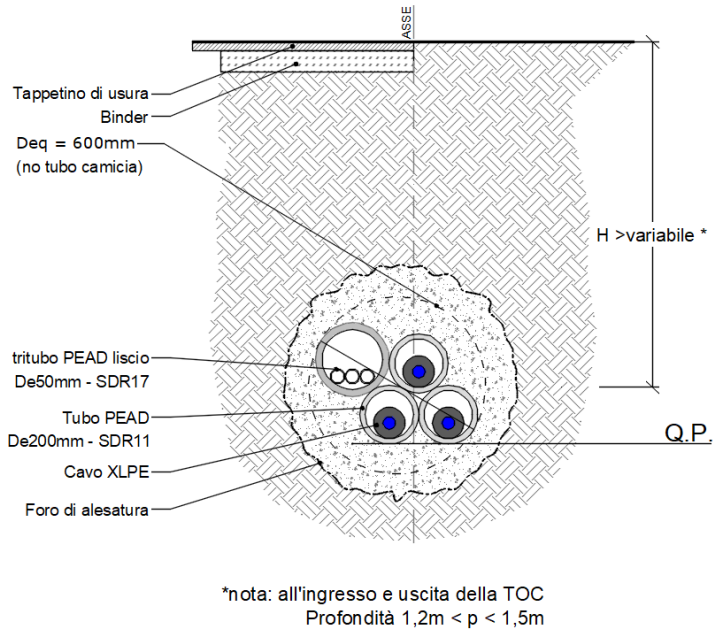


Fig. 7 Posa cavi linea AT in TOC

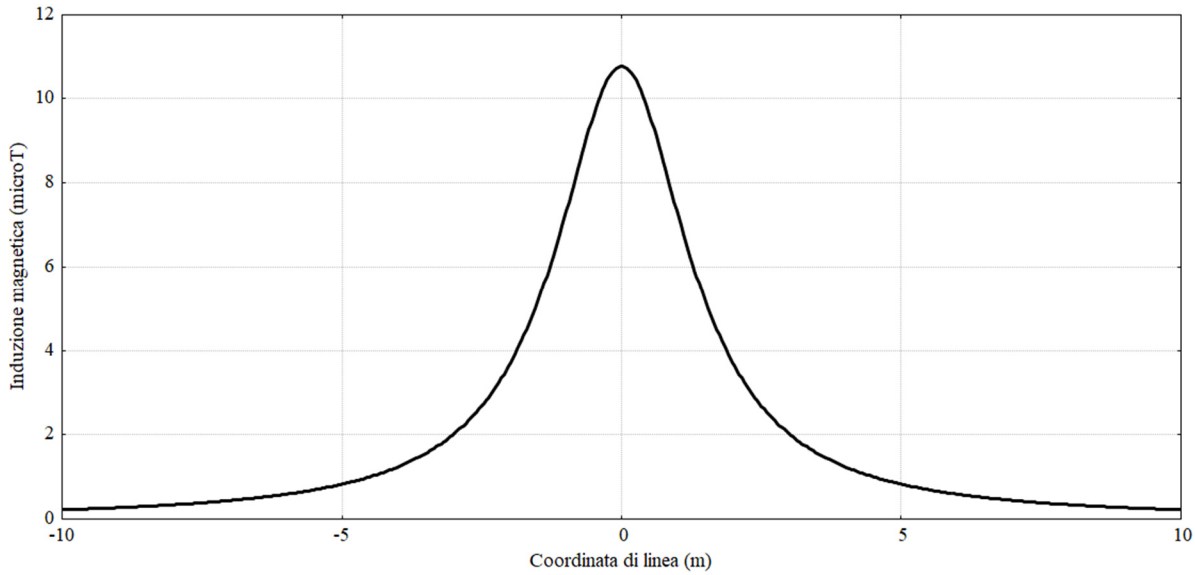


Fig. 8a. Livelli di induzione magnetica valutati alla quota del piano campagna, per profondità di interramento della TOC di 1.5m

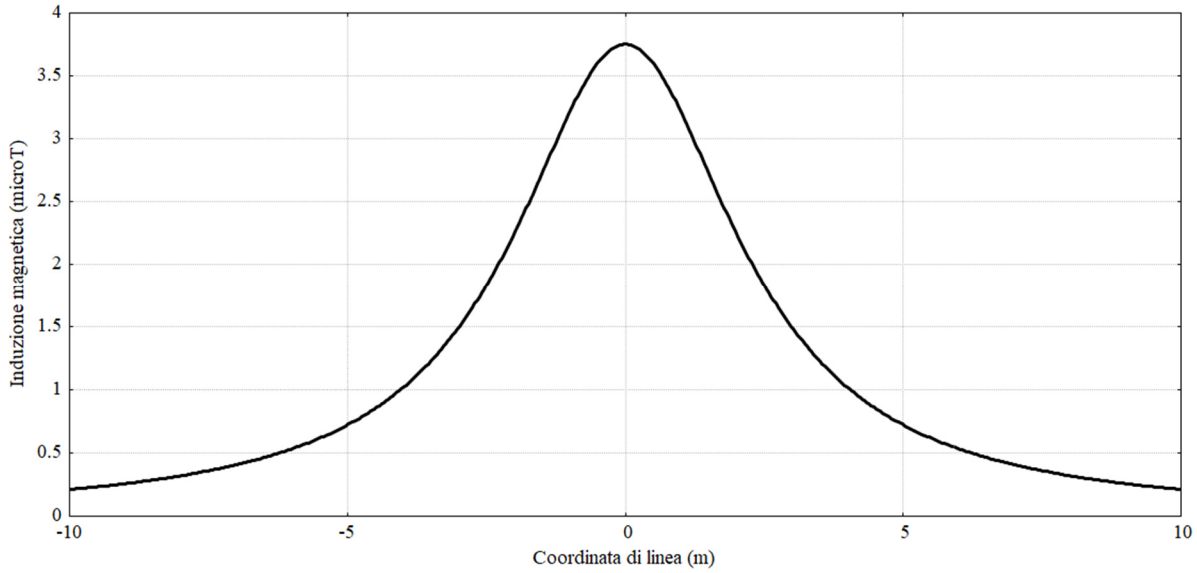


Fig. 8b. Livelli di induzione magnetica valutati alla quota di 1m dal piano di campagna per profondità di interramento della TOC di 1.5m

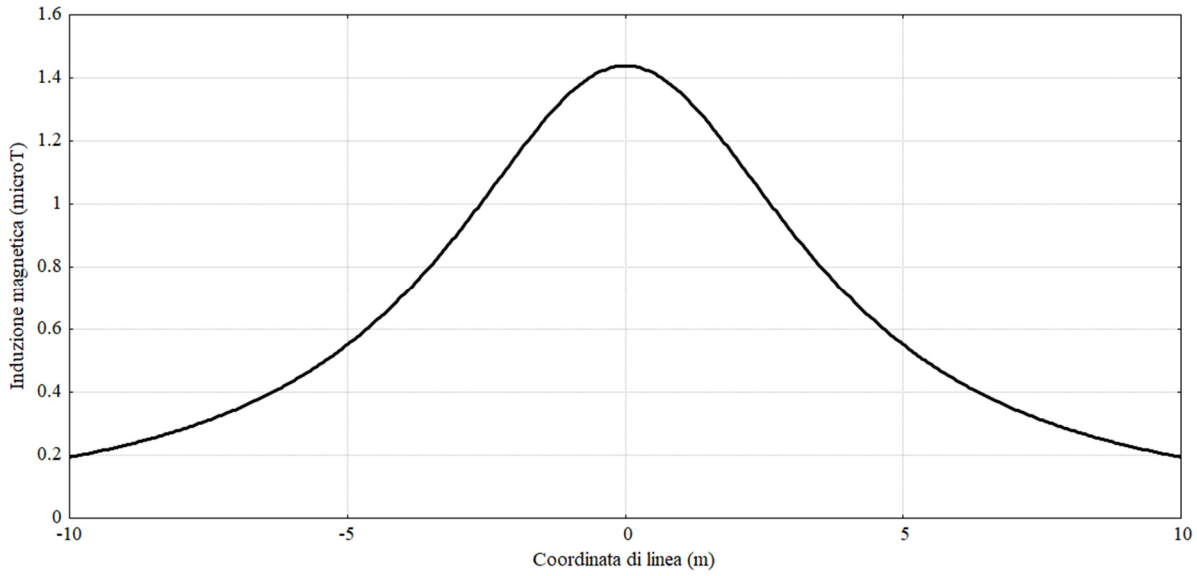


Fig. 8c. Livelli di induzione magnetica valutati alla quota del piano campagna, per profondità di interramento della TOC di 4m

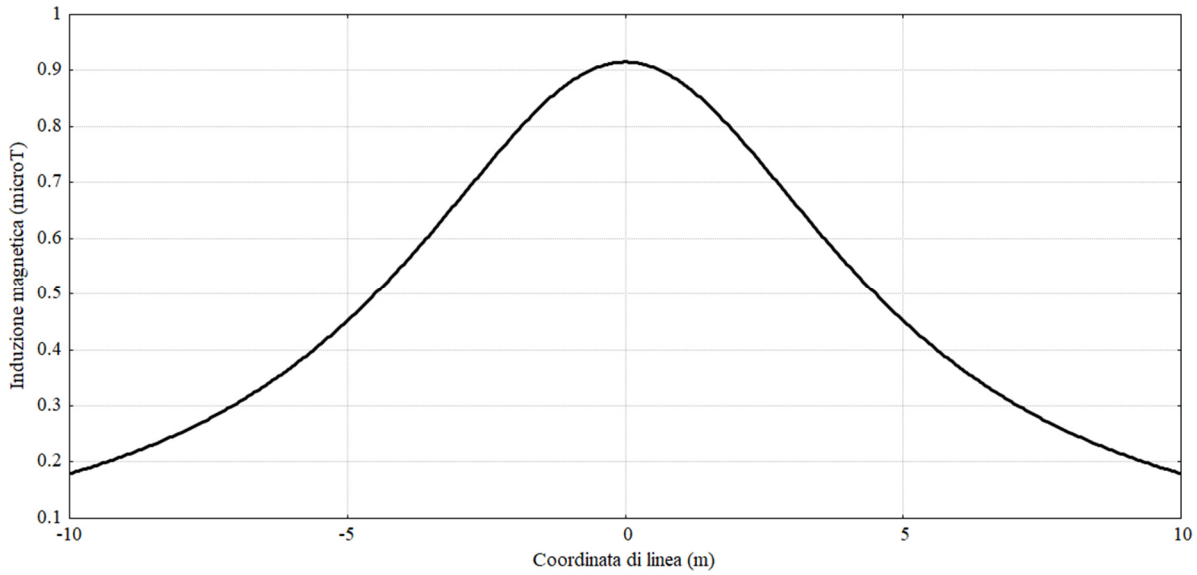


Fig. 8d. Livelli di induzione magnetica valutati alla quota di 1m dal piano campagna, per profondità di interramento della TOC di 4m

Per la TOC con profondità di interramento di 1.5m la fascia di rispetto è ±2.4 m sul piano di campagna e di ± 1.2 m alla quota di 1m, entrambe rispetto all'asse della linea.

4.3 SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT

Lo schema della nuova sottostazione AT/MT - 380/22 kV è riportato nel layout di seguito. La - tensione lato AT è pari a 380 kV mentre la tensione lato MT è pari a 22 kV. Nel seguito si considera energizzata solo la parte di sinistra della stazione elettrica.

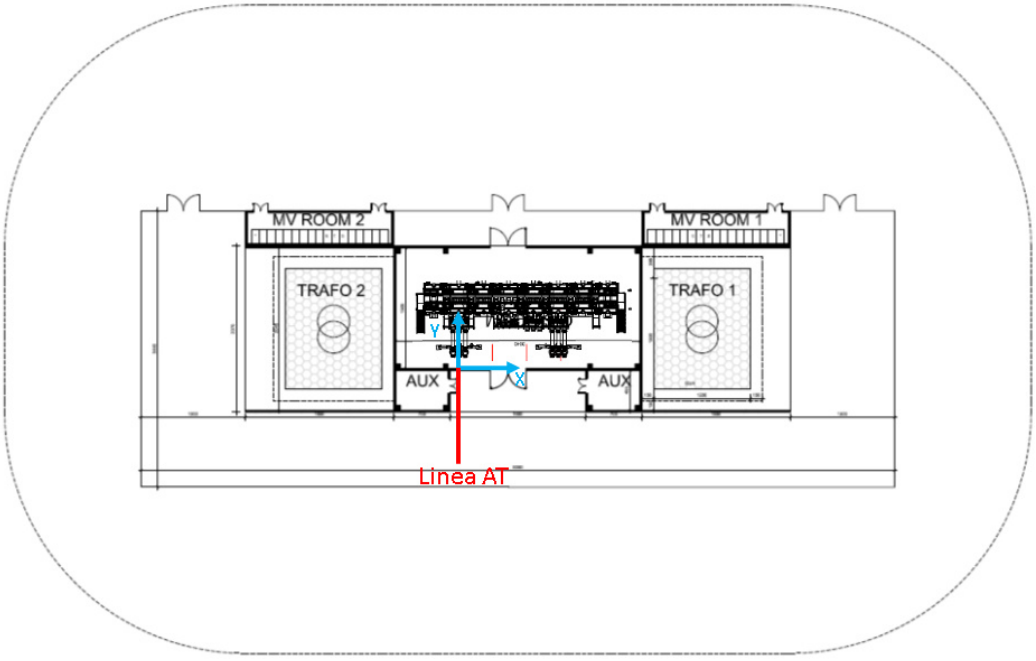


Fig. 10 Schema stazione AT/MT con indicazione del sistema di riferimento utilizzato per la valutazione dei livelli di induzione magnetica

Lo schema mostra:

- n°2 stalli arrivo linea per cavi AT a 380 kV
- N°1 sistema a doppia sbarra a 380 kV;
- N°2 stalli trasformatore, ogni trasformatore con secondario a 22 kV;
- Collegamenti MT verso i Datacenter e servizi ausiliari;
- Trasformatori: Sn= 300 (ONAF)/150(ONAN) MVA, Vn=380/22 kV; con avvolgimento primario a stella e doppio avvolgimento secondario a triangolo (n_avv_MT=2).
- - N° 2 Quadri MT a 22 kV;

I valori di corrente I_AT (corrente barratura AT) e I_MT (corrente uscente dalla terna MT del trafo) da utilizzare nelle valutazioni dei campi magnetici sono stati calcolati sulla base della massima potenza dei trasformatori (300 MVA) e sulla base dei due livelli di tensione V_AT (380 kV) ed V_MT (22kV):

I_AT: Sn/(1.73*V_AT)=300MVA/(1.73*380 kV)=456 A;

I_MT: Sn/(1.73*V_AT*n_avv_MT)=300MVA/(1.73*22 kV*2)=3941 A

L'interasse delle terne AT entranti nella stazione e provenienti dalla confinante stazione Terna sono o state poste pari a 0.75m. L'interasse delle linee MT uscenti dal trafo e stato posto pari a 0.5 m. L'interasse della barratura interna al quadro MT è stata posta pari a 0.2 m.
La barratura del quadro MT porta l'intera corrente di 3941A, in modo estremamente conservativo. In Fig. 11 è riportato il modello della stazione AT utilizzato nella simulazione in cui sono visibili le diverse connessioni:

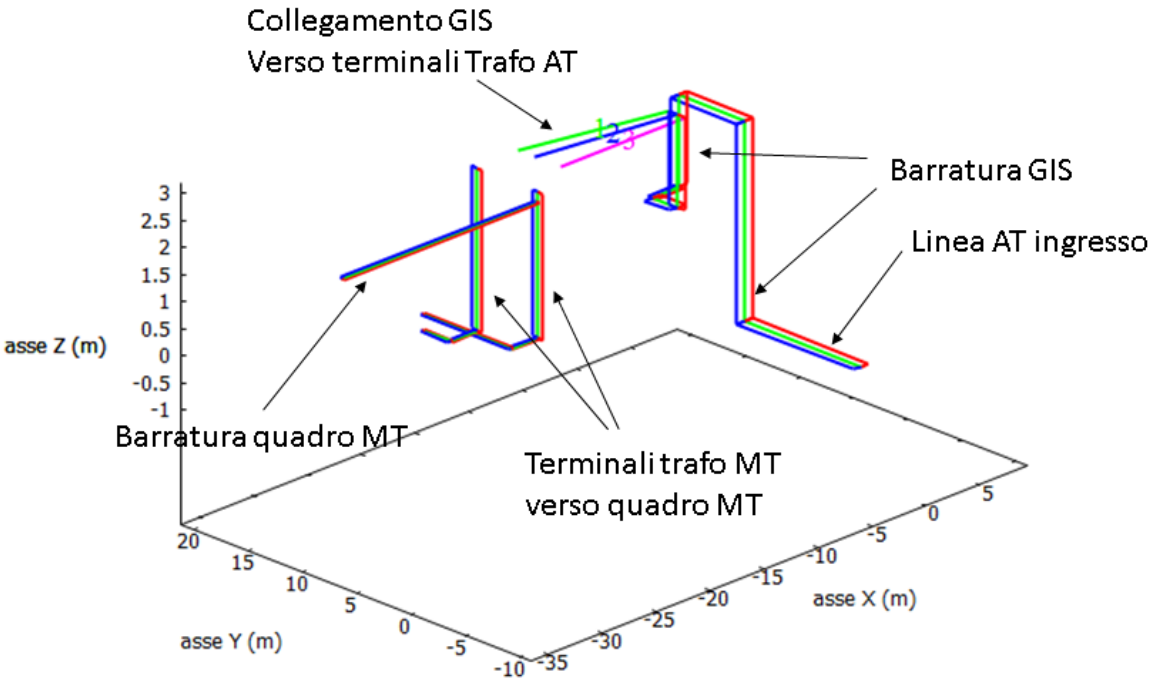


Fig. 11 Modello utilizzato per il calcolo dell'induzione magnetica

In Fig. 12 è riportato l'andamento delle linee isolivello calcolato ad una quota di 1m e considerando energizzata solo la parte di stazione di sinistra. Come si può osservare la linea isolivello a 3 μT (linea blu) è contenuta abbondantemente all'interno della linea tratteggiata considerata l'area entro la quale viene garantita l'assenza di area di permanenza superiore alle 4 ore.

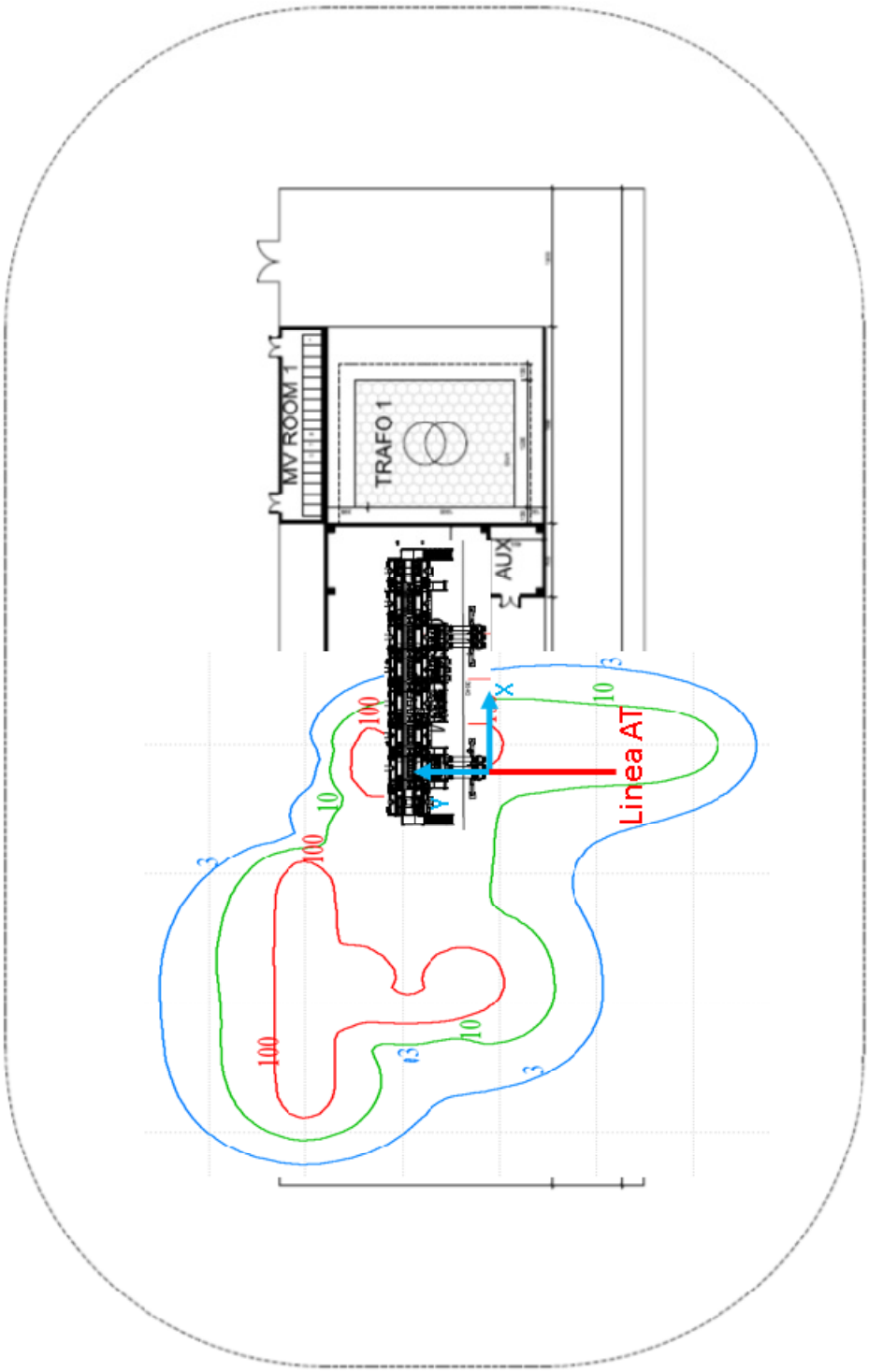


Fig. 12 Mappa delle linee isolivello dell'induzione magnetica 3, 10 e 100 μT

4.4 VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI INDUZIONE MAGNETICA PREVISTI IN RELAZIONE AI LIMITI STABILITI DALLA NORMATIVA A TUTELA DELLA SALUTE PUBBLICA

Sulla base delle valutazioni modellistiche condotte, l'esercizio del collegamento elettrico tra il Datacenter di prevista realizzazione e la Stazione elettrica in Comune di Lacchiarella, costituito da un elettrodotto interrato AT e dalla sottostazione di trasformazione AT/MT aventi le caratteristiche geometriche ed elettriche descritte, non determina l'esposizione in alcun luogo ove è prevista la permanenza superiore 4 h, ed in particolare di alcun ricettore, a livelli di induzione magnetica superiori a quelli stabiliti dalla normativa a tutela della popolazione quali obiettivi di qualità.

5 DEFINIZIONE DEI POSSIBILI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

I valori di induzione osservati dalle precedenti valutazioni mostrano come non siano presenti superamenti del valore limite di 100 µT e le fasce di rispetto associate al valore di 3 µT siano contenute in aree che non interferiscono con aree di permanenza superiore alle 4 ore. Pertanto si ritiene che non siano necessarie opere di mitigazione.